

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. März 2003 (20.03.2003)

PCT

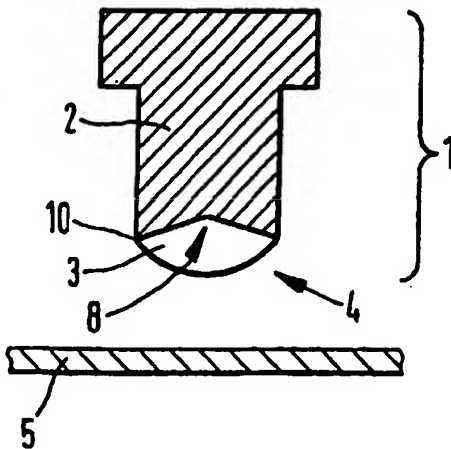
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/022504 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: B23K 9/20, (72) Erfinder; und
35/02, F16B 35/04, 37/06 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MIELKE, Karl-Heinz
[DE/DE]; Quellstrasse 24, 52249 Eschweiler (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/10007
- (22) Internationales Anmeldedatum: 6. September 2002 (06.09.2002) (74) Anwälte: HAAR, Lucas, H. usw.; Patentanwälte Haar
& Schwarz-Haar, Lessingstrasse 3, 61231 Bad Nauheim
(DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- (30) Angaben zur Priorität: 101 43 915.6 7. September 2001 (07.09.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): NEWFREY LLC [US/US]; Drummond Plaza Office
Park, 1423 Kirkwood Highway, Newark, DE 19711 (US). Veröffentlicht:
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SOLDERING METHOD FOR METALLIC FASTENING ELEMENTS

(54) Bezeichnung: LÖTVERFAHREN FÜR METALLISCHE BEFESTIGUNGSELEMENTE



(57) Abstract: The invention relates to a method for joining a metallic fastening element (1) to a metallic workpiece (5), whereby the fastening element (1) has a support (2) that supports a soldering material (3) to which the support (2) is connected in an electrically conductive manner. The method has the following steps: the soldering material (3) is introduced into a recess (8) on the support (2) and is provided with a convex profiling (4) pointing toward the workpiece (5) to be soldered; an electrical voltage is applied between the fastening element (1) and the workpiece (5) so that an electrical arc (6) between the soldering material (3) and the workpiece (5) causes the soldering material (3) to selectively melt thereon, and; the fastening element (1) is pressed against the workpiece (5). The method and the fastening element (1), which has a profiling (4) of the soldering material (3) pointing toward the workpiece (5) to be soldered and which is appropriately designed for this method are characterized in that a local selective melting of the soldering material (3) is effected whereby preventing surrounding areas from being subjected to unnecessary thermal stress. This results in the realization of a particularly strong soldered connection between the fastening element

(1) and the workpiece (5).

(57) Zusammenfassung: Das erfindungsgemässe Verfahren zum Verbinden eines metallischen Befestigungselements (1) mit einem metallischen Werkstück (5), wobei das Befestigungselement (1) einen Träger (2) aufweist, der eine Lotmasse (3) trägt, mit welcher der Träger (2) elektrisch leitend verbunden ist, umfasst folgende Verfahrensschritte: Die Lotmasse (3) wird in eine Vertiefung (8) auf dem Träger (2) eingebracht und mit einer konvexen, auf das zu verlötende Werkstück (5) 10 weisenden Profilierung (4) ausgebildet; eine elektrische Spannung wird zwischen dem Befestigungselement (1) und dem Werkstück (5) angelegt, so dass ein elektrischer Lichtbogen (6) zwischen Lotmasse (3) und Werkstück (5) ein selektives Aufschmelzen der Lotmasse (3) bewirkt; das Befestigungselement (1) wird gegen das Werkstück (5) gedrückt. Das Verfahren sowie das für dieses 15 Verfahren geeignete ausgestaltete Befestigungselement (1) mit einer auf das zu verlötende Werkstück (5) weisenden Profilierung (4) der Lotmasse (3) zeichnet sich dadurch aus, dass ein lokales, selektives Schmelzen der Lotmasse (3) bewirkt wird und eine unnötige thermische Belastung umliegender Bereiche vermieden wird. Hierdurch wird eine besonders stabile Lötverbindung zwischen 20 Befestigungselement (1) und Werkstück (5) erzielt.

WO 03/022504 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Lötverfahren für metallische Befestigungselemente

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden eines metallischen Befestigungselementes mit einem metallischen Werkstück, wobei das Befestigungselement einen Träger aufweist, der eine Lotmasse trägt, mit welcher der Träger elektrisch leitend verbunden ist.

10 Es ist bekannt, dass Lötverbindungen in der Regel höhere Festigkeiten aufweisen als vergleichbare Schweißverbindungen. Der Grund liegt darin, dass bei Schweißverfahren sehr viel höhere Temperaturen als bei Lötverfahren auftreten, die zu einer aufgehärteten Fügezone führen. Die hohen Temperaturen können ein Ausscheiden einzelner Bestandteile einer Legierung, eine Segregation sowie
15 unerwünschte physikalische bzw. chemische Phasen von Stoffgemischen erzeugen.

In der DE 4039787 wird ein Verfahren zum Verbinden zweier metallischer Flächen beschrieben, bei dem zumindest eine der gegenüberliegenden
20 metallischen Flächen konvex gekrümmt ist und so die Selbstausrichtung der gegenüberliegenden Flächen während des Lotaufschmelzvorgangs verbessert wird.

Nachteilig bei bekannten Verfahren ist, dass bei der Aufschmelzung des Lotes ein
25 größerer Teil der miteinander zu verbindenden Werkstücke erhitzt werden muss, welches die Einsetzbarkeit des Lötverfahrens einschränkt, wenn die Temperatur derartiger Bereiche nicht eine vorgegebene Maximaltemperatur überschreiten darf. Darüber hinaus erfordert ein größerer, aufzuwärmender Bereich eine längere Zeitdauer zum Aufwärmen bzw. für das Verlöten.

30 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Verbinden eines metallischen Befestigungselementes mit einem metallischen Werkstück anzugeben, welches die beschriebenen Nachteile der bekannten Verfahren überwindet, mit dem auf eine einfache und preiswerte Weise ein metallisches
35 Befestigungselement unter einer möglichst kleinen Wärmebelastung mit einem metallischen Werkstück verbunden werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Merkmale, die einzeln oder in Kombination auftreten können, sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Verbinden eines metallischen Befestigungselements mit einem metallischen Werkstück, wobei das Befestigungselement einen Träger aufweist, der eine Lotmasse trägt, mit welcher der Träger elektrisch leitend verbunden ist, umfasst folgende Verfahrensschritte: Die Lotmasse wird in eine Vertiefung auf dem Träger eingebracht und mit einer konvexen, auf das zu verlötende Werkstück weisenden Profilierung ausgebildet; eine elektrische Spannung wird zwischen dem Befestigungselement und dem Werkstück angelegt, so dass ein elektrischer Lichtbogen zwischen Lotmasse und Werkstück ein selektives Aufschmelzen der Lotmasse bewirkt; das Befestigungselement wird gegen das Werkstück gedrückt.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das metallische Befestigungselement mit dem metallischen Werkstück verlötet, wobei die Temperaturbelastung auf das Werkstück bzw. das Befestigungselement minimiert wird. Die Wärme wird nur lokal in einem kleinen Bereich, der durch den Lichtbogen vorgegeben wird, deponiert. Durch die konvexe, auf das zu verlötende Werkstück weisende Profilierung der Lotmasse wird der Lichtbogen direkt an der Lotmasse, d.h. an der Stelle, wo die Wärme benötigt wird, erzeugt und gehalten. Durch eine geeignete Wahl der Lotmasse mit einer Schmelztemperatur, die unterhalb der Schmelztemperaturen des Befestigungselements bzw. des Werkstücks liegt, wird eine selektive Aufschmelzung erzielt.

Durch die Selektivität und die Lokalisierung wird eine thermische Belastung des Befestigungselements sowie des Trägers minimiert. Durch die geringe thermische Belastung ist es beispielsweise möglich, Befestigungselemente auf sehr dünnen Blechen zu befestigen.

Die Vertiefung in dem Träger bewirkt zum einen, dass eine ausreichende Menge an Lotmasse beim Lötprozess zur Verfügung steht. Andererseits bewirkt die Vertiefung im Gegensatz zu einer Auswölbung, dass in den äußeren Bereichen der

Lötstelle eine besonders dünne Lotschicht entsteht. Durch eine dünne Lotschicht wird eine besonders gute Haltbarkeit der Lötverbindung erzielt. Durch eine gute Haltbarkeit gerade an den äußeren Bereichen der Lotkontaktfläche wird eine besondere Haltbarkeit des Befestigungselements hinsichtlich aufzunehmender
5 Kräfte und Drehmomente erzielt.

Durch das Drücken des Befestigungselements gegen das Werkstück wird ein besonders inniger Kontakt zwischen dem Befestigungselement und dem Werkstück, d.h. eine dünne Lotschicht, erzielt, was zu einer qualitativ
10 hochwertigen Lötverbindung führt. Die Vertiefung für die Lotmasse ist so zu wählen, dass ausreichend Lotmasse für den Lötvorgang zu Verfügung steht, andererseits aber die Lotschicht zwischen Befestigungselement und Werkstück im Bereich der Vertiefung möglichst dünn ist. Neben den mechanischen Vorzügen von besonders dünnen Lotschichten wird hiermit auch der Verbrauch an Lot
15 minimiert.

In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Zündung des Lichtbogens in der Weise, dass zunächst die Lotmasse und das Werkstück elektrisch kurzgeschlossen werden, dann eine elektrische Spannung zwischen dem
20 Befestigungselement und dem Werkstück angelegt wird, und schließlich das Befestigungselement und das Werkstück unter der Bildung eines Lichtbogens voneinander entfernt werden.

Durch das Kurzschließen sowie die anschließende Trennung der Lotmasse von
25 dem Werkstück wird auf einfache Weise ein wohl definierter Lichtbogen erzeugt. Durch eine geeignete Anpassung des fließenden Stroms und des Abstandes des Werkstücks vom Befestigungselement wird eine lokale, selektive Aufschmelzung der Lotmasse bewirkt. Eine unnötige thermische Belastung des Befestigungselements bzw. des Trägers in Bereichen außerhalb des erforderlichen
30 Lötolumens entfällt.

Nach einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nach Aufschmelzen der Lotmasse zunächst die elektrische Spannung zwischen dem Werkstück und dem Befestigungselement abgeschaltet und anschließend das
35 Befestigungselement gegen das Werkstück gedrückt.

Durch das Abschalten der elektrischen Spannung wird der Stromfluss zwischen Befestigungselement und Werkstück unterbunden, wodurch ein Stromanstieg und damit ein kurzfristiger Temperaturanstieg beim Andrücken des Werkstücks gegen das Befestigungselement verhindert wird. Auf diese Weise kann ein zeitlicher
5 Verlauf der Temperatur der Lotmasse präzise vorgegeben werden.

In einer speziellen Ausgestaltung der Erfindung beträgt der Abstand des Befestigungselements relativ zum Werkstück während des Aufheizens weniger als 4 mm, insbesondere als 2 mm, vorzugsweise weniger als 1 mm.

10

Das Aufschmelzen des Lots findet entweder im Kurzschluss oder in einem sehr geringen Abstand statt. Es ist vorteilhaft, wenn sich beim Aufschmelzen ein Tropfen bildet, der sich auf den zu verbindenden Flächen verteilt. Diese Verteilung des Tropfens kann durch eine kurze Hubbewegung des
15 Befestigungselementes relativ zum Werkstück erreicht werden. Zweckmäßig hierbei ist, kapillare Kräfte bzw. Adhäsionskräfte des Lots an dem Werkstück bzw. an dem Befestigungselement auszunutzen, damit eine guten Benetzung des Befestigungselements bzw. des Werkstücks bewirkt wird.

20 Nach einer speziellen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird durch den Lichtbogen ein Tropfen aus Lotmasse gebildet, der das Befestigungselement und das Werkstück benetzt, und anschließend die Lotmasse im Kurzschluss weiter erhitzt. Durch die Ausbildung des Tropfens wird eine Benetzung der miteinander zu verbindenden Oberflächen bewirkt, die durch das
25 sich anschließende Widerstandserhitzen im Kurzschluss besonders gleichmäßig erfolgt.

Das erfindungsgemäße Befestigungselement zum Auflöten auf einem Werkstück weist einen Träger, der ein aufzulötendes Ende mit einer von einer Lotmasse
30 gefüllten Vertiefung enthält, wobei die Lotmasse eine Profilierung aufweist, die konvex ausgebildet ist und auf das zu lötende Werkstück weist.

Die Vertiefung hat die Funktion eines Gefäßes zur Aufnahme der Lotmasse. Sie stellt genügend Raum zur Verfügung, dass ausreichend viel Lotmasse für den
35 Lötvorgang vorhanden ist. Durch die konvex ausgebildete Profilierung der Lotmasse in Richtung auf das Werkstück hin wird sichergestellt, dass der bei dem

Lötvorgang erzeugte Lichtbogen direkt an der Lotmasse zündet. Durch die Lokalisierung des Lichtbogens an der Lotmasse wird eine lokalisierte Erhitzung der Lotmasse bewirkt. In der Folge wird eine unnötige thermische Belastung des Werkstücks bzw. des Befestigungselements in Bereichen, wo es nicht erforderlich ist, vermieden. Sowohl die Vertiefung wie auch die Profilierung kann jeweils
5 spitz oder abgerundet ausgebildet sein. Die konvexe Ausbildung der Profilierung ist so zu gestalten, dass die Lotmasse sich ausreichend weit über das Befestigungselement erstreckt, so dass eine sichere Lokalisierung des Lichtbogens an dem hervorstehenden Teil der Lotmasse gewährleistet ist. Sie sollte jedoch
10 nicht zu ausladend sein, damit die Menge des erforderlichen Lots minimiert wird und überflüssig dicke Lotschichten vermieden werden.

In einer speziellen Ausgestaltung der Erfindung ist das Befestigungselement ein Bolzen. In einer weiteren speziellen Ausgestaltung der Erfindung ist das
15 Befestigungselement eine Mutter. Die Vertiefung an dem Befestigungselement kann beispielsweise durch eine zentriert angeordnete Mulde oder durch eine Vielzahl kleinerer Mulden oder durch Nuten bewirkt werden. In einer besonders speziellen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Befestigungselements ist die Vertiefung ringförmig oder zylindrisch ausgebildet.

20 In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ragt die Profilierung pyramidal hervor. Wie bei der Vertiefung kann die Profilierung beispielsweise durch eine einzelne Auswölbung oder durch eine Vielzahl kleinerer Auswölbungen oder durch gradlinig, sich kreuzende oder gebogene Stege gebildet werden.
25 Geeigneterweise wird die Profilierung derart gewählt, dass eine möglichst gleichmäßige Benetzung der zu verbindenden Oberflächen mit Lot gewährleistet ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Beloten eines Befestigungselements ist
30 dadurch gekennzeichnet, dass ein aufzulötendes Ende des Trägers mit Hilfe eines Schwallötverfahrens belotet wird. Mit Hilfe des Schwallötverfahrens wird ein Träger zur Aufnahme einer Lotmasse am Befestigungselement mit Lot versehen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das
35 belotete Ende anschließend kaltverformt und die Lotmasse konvex, auf das zu verlötende Werkstück weisend profiliert. Durch ein anschließendes Kaltverformen

des mit Lot versehenen Endes kann eine beliebige Form der konvex ausgestalteten Profilierung, insbesondere die Ausbildung einer Auswölbung oder eines Ensembles von Auswölbungen erzielt werden. Die Auswölbungen können die Form eines Steges oder einer Anzahl von Stegen bzw. die Form sich kreuzender, gebogener bzw. kreisförmiger Stege haben.

Weitere Merkmale und vorteilhafte Ausgestaltungen werden anhand der folgenden Zeichnung erläutert. Die Zeichnung soll den Erfindungsgegenstand nicht einschränken, sondern soll die Erfindung nur exemplarisch veranschaulichen.

Es zeigen schematisch im Längsschnitt:

Fig. 1 Ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Befestigungselement in Form eines Bolzens;

Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Befestigungselement in Form einer Mutter;

Fig. 3a – 3c den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Befestigen eines Befestigungselements an einem Werkstück;

Fig. 4a – 4c eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Verbinden eines Befestigungselements mit einem Werkstück.

Fig. 1 zeigt ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Befestigungselement 1 in Form eines Bolzens mit einem Träger 2, der ein Ende 10 aufweist, welches eine Vertiefung 8 enthält. In die Vertiefung 8 ist mit Hilfe eines Schwallotverfahrens eine Lotmasse 3 eingebracht. Dabei ist die Lotmasse 3 derart ausgestaltet, dass sie eine Profilierung 4 aufweist, die konvex in Bezug auf ein Werkstück 5 ausgebildet ist. Damit erstreckt sich die Lotmasse 3 über den Träger 2 hinaus. Die Lotmasse 3 als Teil des Befestigungselements 1 hat damit zum Werkstück 5 den geringsten Abstand.

Fig. 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Befestigungselement 1 in Form einer anlötbaren Mutter, die einen Träger 2 aufweist, der eine Vertiefung 8 enthält, die eine Lotmasse 3 aufnimmt, welche mit einer Profilierung 4 ausgebildet ist, die sich in Richtung auf ein Werkstück 5 erstreckt. Die Lotmasse 3 befindet sich als
5 Teil des Befestigungselements am nächsten zum Werkstück 5. Der Träger 2 enthält ein Gewinde 7, mit dem eine Schraubverbindung zu anderen Teilen hergestellt werden kann.

Die Fig. 3a bis 3c veranschaulichen das erfindungsgemäße Verfahren zum
10 Verbinden eines metallischen Befestigungselements mit einem metallischen Werkstück. Hierbei wird das Befestigungselement 1 mit einem Träger 2, der eine Vertiefung 8 aufweist, die mit Lotmasse 3 gefüllt eine konvexe Profilierung 4 in Richtung auf ein Werkstück 5 enthält, mit dem Werkstück 5 kontaktiert, indem die Lotmasse 3 mit ihrer Profilierung 4 auf das Werkstück 5 aufgesetzt wird.
15 Durch Anlegen einer Spannung zwischen dem Befestigungselement 1 und dem Werkstück 5 wird ein Kurzschluss erzeugt, der zu einem Stromfluss durch die miteinander zu verbindenden Oberflächen führt. Gemäß Fig. 3b wird anschließend das Befestigungselement 1 von dem Werkstück 5 entfernt, wobei aufgrund der Spannung und des Stromflusses ein Lichtbogen 6 zwischen der
20 Lotmasse 3 und dem Werkstück 5 ausgebildet wird. Der Lichtbogen 6 zündet an der konvexen Profilierung 4 und heizt die Lotmasse 3 über die Schmelztemperatur auf. Das Befestigungselement 1 wird in einem Abstand H vor dem Werkstück 5 gehalten. Der Abstand H wird entsprechend den Prozessparametern zeitlich variiert. Fig. 3c zeigt das nach einer gleichmäßigen Aufheizung der Lotmasse 3
25 auf das Werkstück 5 gedrückte Befestigungselement 1. Sowohl die Vertiefung 8 als wie auch die Profilierung 4 ist ringförmig ausgestaltet.

Die Fig. 4a bis 4c veranschaulichen ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Verbinden eines Befestigungselementes 1, wobei das Befestigungselement 1 eine
30 Mutter mit einem Gewinde 7 ist, die einen Träger 2 mit einer Vertiefung 8 aufweist, die mit Lotmasse 3 gefüllt ist. Die Lotmasse 3 gemäß Fig. 4a weist eine auf ein Werkstück weisende konvexe Profilierung 4 auf, die pyramidal sich in Richtung auf das Werkstück 5 erstreckt. Zwischen Lotmasse 3, insbesondere der Spitze der Pyramide und dem Werkstück 5 wird ein Lichtbogen 6 durch Anlegen
35 einer Spannung zwischen dem Träger 2 und dem Werkstück 5 ausgebildet. Der Lichtbogen 6 heizt die Lotmasse 3 lokal auf. Hierdurch kommt es bei

- Überschreiten der Schmelztemperatur der Lotmasse 3 zur Bildung eines Tropfens 9, der das Werkstück 5 benetzt wie in Fig. 4b gezeigt. Im Falle von geringen Abständen H von 1mm benetzt der Tropfen 9 gleichzeitig sowohl das Werkstück 5 als auch das Befestigungselement 1, welches vorteilhaft für eine qualitativ hochwertige Lötverbindung ist. Benetzt der Tropfen 9 sowohl das Werkstück 5 als auch das Befestigungselement 1, wird die Lotmasse 3 durch den elektrischen Stromfluss bzw. durch die damit verbundene Widerstandswärme erhitzt. Die Größe der Spannung bzw. des Stroms, des Abstandes und der Zeitdauern bestimmen die Temperatur der Lotmasse 3, die zwar oberhalb der Schmelztemperatur der Lotmasse 3, jedoch unterhalb der Schmelztemperaturen des Trägers 2 bzw. des Werkstücks 5 liegen soll. In Fig. 4c wird der Träger mit der geschmolzenen Lotmasse auf das Werkstück 5 gedrückt und der Strom abgeschaltet.
- Das erfindungsgemäße Verfahren zum Verbinden eines metallischen Werkstücks 5 mit einem Befestigungselement 1 zeichnet sich dadurch aus, dass durch eine konvex zu einem Werkstück 5 hinweisende Profilierung 4 der Lotmasse 3 ein Lichtbogen 6 lokal direkt an der Lotmasse 3 erzeugt wird, der zu einem selektiven Schmelzen der Lotmasse 3 führt, wobei eine thermische Beeinträchtigung des Werkstücks 5 bzw. des Befestigungselementes 1 in angrenzenden Bereichen vermieden wird. Hierdurch wird eine besonders stabile Lötverbindung zwischen Befestigungselement 1 und Werkstück 5 erzielt.

Bezugszeichenliste

	1	Befestigungselement
5	2	Träger
	3	Lotmasse
	4	Profilierung
	5	Werkstück
	6	Lichtbogen
10	7	Gewinde
	8	Vertiefung
	9	Tropfen
	10	Ende
	H	Hub
15		

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden eines metallischen Befestigungselements (1)
5 mit einem metallischen Werkstück (5), wobei das Befestigungselement (1) einen Träger (2) aufweist, der eine Lotmasse (3) trägt, mit welcher der Träger (2) elektrisch leitend verbunden ist, umfassend folgende Verfahrensschritte:
 - a. die Lotmasse (3) wird in eine Vertiefung (8) auf dem Träger (2)
10 eingebracht und mit einer konvexen, auf das zu verlötende Werkstück (5) weisenden Profilierung (4) ausgebildet;
 - b. eine elektrische Spannung wird zwischen dem Befestigungselement (1) und dem Werkstück (5) angelegt, so dass ein elektrischer Lichtbogen (6) zwischen Lotmasse (3) und Werkstück (5) ein
15 selektives Aufschmelzen der Lotmasse (3) bewirkt;
 - c. das Befestigungselement (1) wird gegen das Werkstück (5) gedrückt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündung
20 des Lichtbogens (6) in der Weise erfolgt, dass zunächst die Lotmasse (3) und das Werkstück (5) elektrisch kurzgeschlossen werden, dann eine elektrische Spannung zwischen dem Befestigungselement (1) und dem Werkstück (5) angelegt wird, und schließlich das Befestigungselement (1) und das Werkstück (5) unter der Bildung eines Lichtbogens (6) voneinander entfernt werden.
25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass nach
Aufschmelzen der Lotmasse (3) zunächst die elektrische Spannung zwischen dem Werkstück (5) und dem Befestigungselement (1) abgeschaltet wird und anschließend das Befestigungselement (1) gegen
30 das Werkstück (5) gedrückt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand des Befestigungselements (1) relativ zum Werkstück (5) weniger als 4 mm, insbesondere weniger als 2 mm, vorzugsweise weniger
35 als 1 mm beträgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass durch den Lichtbogen (6) ein Tropfen (9) aus Lotmasse (3) ausbildet wird, der das Befestigungselement (1) und das Werkstück (5) benetzt, und anschließend die Lotmasse (3) im Kurzschluss weiter erhitzt wird.
- 5
6. Befestigungselement (1) zum Auflöten auf einem Werkstück (5), mit einem Träger (2), der ein aufzulötendes Ende (10) mit einer von einer Lotmasse (3) gefüllten Vertiefung (8) aufweist, wobei die Lotmasse (3) eine Profilierung (4) aufweist, die konvex ausgebildet ist und auf das zu lötende Werkstück (5) weist.
- 10
7. Befestigungselement (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Befestigungselement (1) ein Bolzen ist.
- 15
8. Befestigungselement (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Befestigungselement (1) eine Mutter ist.
9. Befestigungselement (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefung (8) ringförmig oder zylindrisch ausgebildet ist.
- 20
10. Befestigungselement (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Profilierung (4) pyramidal hervorragt.
- 25
11. Verfahren zum Beloten eines Befestigungselementes (1), insbesondere eines Befestigungselementes (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 10 zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein aufzulötendes Ende (10) des Trägers (2) mit Hilfe eines Schwallotverfahrens belotet wird.
- 30
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das belotete Ende (10) anschließend kaltverformt und die Lotmasse (3) konvex, auf das zu verlötende Werkstück (5)weisend profiliert wird.

FIG. 1

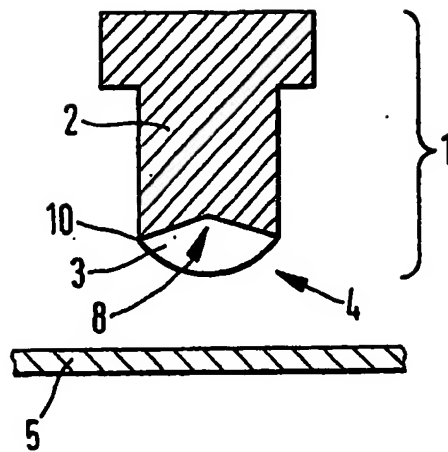


FIG. 2

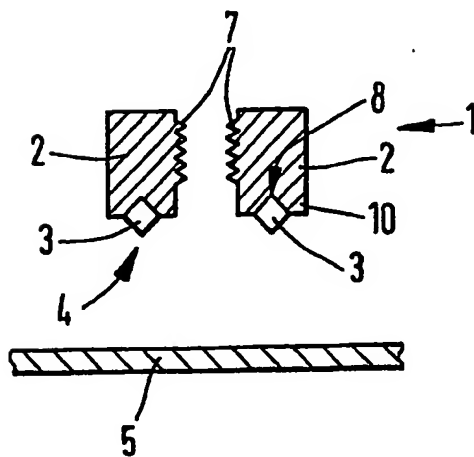


FIG. 3c

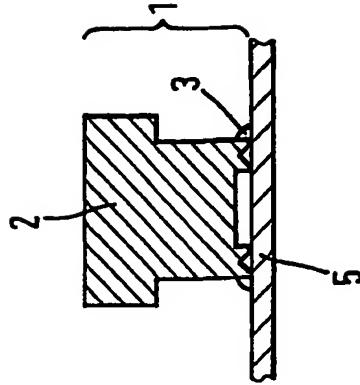


FIG. 3b

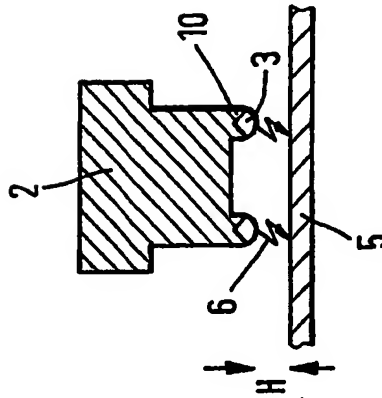


FIG. 3a

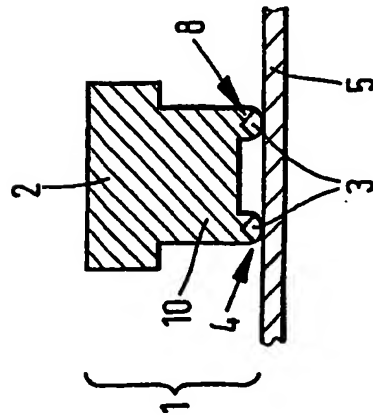


FIG. 4a

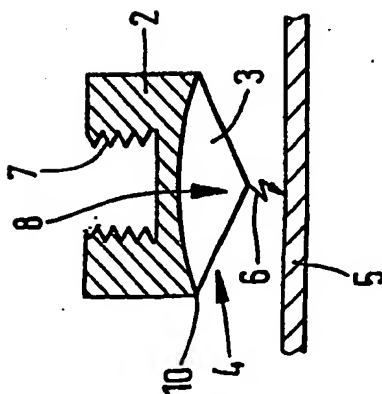


FIG. 4b

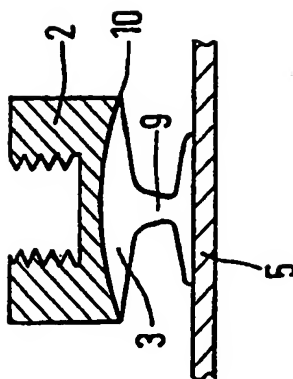


FIG. 4c

